

II メダカの育ちかた

藤	田	暉	輔 ¹	丸	山	正 ²
佐	藤	進 ³		飯	田	信雄 ⁴
新	村	一	平 ⁵	本	間	忠雄 ⁶

1 はじめに

指導要領では、5年A区分(3)に、「魚のからだのつくりやはたらき、産卵や成長と水温との関係を理解させる。」という内容が示されている。この内容のうち、からだのつくりに関するものは、人体の内容とあわせて単元構成がなされるのが一般的のようである。われわれが、ここでとり上げるのは、魚の産卵と成長を一つの単元のまとまりとしたとき、この内容の中心的ねらいはなにか、また、この単元を現場で実際に指導していくうえで、どのような点に問題があるのかを明らかにしていくことである。

小学校指導要領の動物教材について、物質交代という考えをとり入れることによって、統一された学習をさせることができること、また、この物質交代の考えを土台にして、小学校におけるエネルギー概念の形成をねらった実践研究がなされてきている。¹⁾

生命現象を成長という観点でみると、物質交代ということを指導内容をつらぬく基本的な概念としてとらえていかねばならぬと考えるが、メダカの産卵と成長を一つの単元として、これに対する学習経験の結びつきを考えると、この単元は、メダカなどの水中の動物の産卵・成長が、水温やえさなどの環境条件と、どうかかわりあっているかを明らかにしていくことである。

児童は、これまでに、ヘチマの育ち方、ジャガイモの育ち方、空気の温度、種子の発芽などの学習を通して、植物が成長する条件を水分、土や空気の温度、養分などの視点から推論したり、分析・総合したりして、成長と環境条件とを関係的にみていく能力が養われてきている。

動物が、成長していく条件も、また、生殖ということも植物と同じように、温度、養分などから多面的にみていくことができるようになっていく。

しかし、このことは、陸上の生物にあてはまることで、水中の生物になると、このような見方はできていない。メダカの産卵と成長の学習では、魚と水温や餌との関係を追求させ、水中、陸上を総合的にみていくことができるようになることもねらうのである。

われわれは、現場で指導していく際に各種の問題があることを想定した。たとえば、飼育の一般的な方法は理解していても、メダカの特徴がとらえられていないために、実験観察の途中でメダカが死亡してしまったり、時期をはずしてしまったために、産卵がうまくいかなかったり、あるいは、発生の過程で、どの段階を観察させたらよいかかわからないなど、多くの問題が考えられる。

1 県立教育センター 2 西蒲地区理科教育センター 3 五泉市理科教育センター

4 両津市立理科教育センター 5 新津市立理科教育センター 6 東蒲原郡理科教育センター

今回は、指導に関係した実態調査をもとに、メダカの飼育、発生、成長（活動）の面を中心として、その特性や方法をさぐり、実際指導の一助とすることをねらってこの研究を行なった。

2 魚の育ち方についての実態調査

(1) 調査の意図および方法

生物教材の指導では、素材の入手や飼育観察の管理および指導時期、指導内容などを教師があらかじめよく理解し、じゅうぶん配慮しないと指導展開が非常にむずかしいといわれている。

小学校5年の「魚の育ち方」の単元で、学習指導要領にもられている「メダカの産卵や成長と水の温度との関係を理解させる」の内容を現場では、どの程度、飼育観察を取り入れて実施しているか、また、どんな点にこの教材の問題点があるかを実態調査によってさぐり、その解決の方法や今後の指導実践に役立たせるための基礎資料を得ることがこの調査の意図である。

調査の項目は、① 飼育観察に必要な教具及び施設の状況 ② 単元の指導展開においてとられた指導方法 ③ 教材として使用した素材 ④ 指導内容の実施状況 ⑤ 指導上の問題点の5項目である。

調査の方法は、県内の下越地区を対象として、新津、五泉、東蒲、西蒲、佐渡の5地区を選定し、大・中・小規模校の中から無さくいに23校を抽出し実施した。

(2) 調査項目と結果

調査問題および各地区の実態の詳細は、紙面のつごうで省略し、概略のみを記す。

① 飼育器具について

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| ㊦ 飼育用水槽（95% 平均2.8個） | ① 水温調節器（40% 平均0.5台） |
| ㊧ エアポンプ、ろ過装置（30% 平均0.3台） | ㊥ 解剖顕微鏡（70% 平均3.1台） |
| ㊨ 双眼実体顕微鏡（2校） | ㊦ 観察池の有無（56%） |

② メダカを飼って学習に利用した状況

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ㊦ 教師が飼育し観察させた（47%） | ① グループ毎に観察させた（53%） |
| ㊧ 映画や資料だけで指導した（17%） | |

③ 教材として使用したメダカの種類

- | | |
|--------------------------|----------------|
| ㊦ 野性のメダカを利用（91%） | ① ヒメダカを利用（13%） |
| ㊧ 野性のメダカとヒメダカを比較して利用（9%） | |

④ メダカの育ち方の指導内容の実施状況

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| ㊦ オス・メスの区別を観察した（91%） | ① メダカの産卵の様子を観察した（69%） |
| ㊧ 卵の内部の発生を検鏡した（56%） | ㊥ 水温の条件をかえて育ち方を比較観察した（53%） |

(3) 調査結果とその考察

① 飼育観察に必要な教具施設状況について

各校の飼育観察施設状況を調べた結果、飼育用水槽は95%の学校で備え付けられているが、1校平

均約3個弱という現状からみると学習指導要領に示されている水温とメダカの育ち方など比較観察を通して指導する内容を考えていくと施設の貧弱さが感じさせられる。また水温調節器やエアープンプ、ろ過装置に至っては、30%~40%の施設状況で全く備えていない学校がほとんどいってよい現状である。これでは、飼育観察していると回答した学校でも、学習のねらいを達成できる飼育観察を行っているとはいえないのではないか、今後、各校では、計画的な充実が期待される。

② メダカの飼育観察状況

生物教材は、実験・観察が困難な教材のため教科書や視聴覚教材による代替指導で過ごされることが多い。そこで、実際に飼育観察を通して指導がどの程度なされているか調べた結果、95%の学校では、メダカを直接飼育し、観察を通して学習を進めるといふ望ましい姿があらわれた。しかし、調査①項から考えると指導内容やねらいに合った観察のための飼育がなされたかは疑問を感じさせられる。

飼育観察も学校によっては、教師の飼育観察が47%、児童がグループ別に飼育観察を試みたものが53%であった。また視聴覚教材(16mm・8mm・TV)で指導の不備の点をおぎなっている学校もみられ、指導の程度には格差が感じられる。

③ 教材として使用したメダカについて

調査校の91%が野性のメダカを教材として取り上げている。ヒメダカを教材として使用している学校は、わずか13%である。この対処については、後述する。

④ 指導内容の実施状況

メダカのオス・メスの形態および卵の観察は大部分の学校で指導されている。しかし、メダカの産卵からふ化して育っていく過程については、観察や実験を通して指導があまりなされていない。例えば、メダカの産卵の様子を観察させたものが65%、卵の内部の発生過程を顕微鏡で観察させたものが56%と約半数の割合であった。この実態調査の中でも、卵の観察の時期や観点および、指導の度合を問題とするとその割合は、さらに低くなると思われる。この原因は、教具施設の不足の問題をはじめ、飼育管理上の問題、さらには、観察の観点のとらえ方・指導技術等教師の問題があげられる。

⑤ 教材全般を通して指導上の問題点

魚の育ち方の指導上の問題点をまとめると、つぎのようなことがあげられる。

㊦ 実験観察に必要な施設の不足からくる問題

① 飼育観察の管理や指導上からくる継続観察のむずかしさの問題(ふ化後の餌つけの問題)

② 教材配列及び単元構成と子どもの問題意識のもたせ方の問題

③ 水温と産卵・成長の関係をとらえる実験上の問題

3 メダカの飼育法

(1) 飼育のための諸準備

① 野生のメダカのすみか

農業や水田への給排水工事河工増設などで野生のメダカのすみかは浸されつつあるが、人工の手が伸びていない水田・沼・池・川の支流など、水が静かに動く淡水を好み、群をつくり、水の表面を遊泳す

る。餌は雑食性である。冬期には、水のはられた水田の株間や河川の水底近くにひそみほとんど動かない。春になり水温が上がり、光がてりつけると群れをつくって水面近くを遊泳するようになる。

② 屋外の飼育設備

飼育を通して成長の過程を観察させていくには、屋外での観察と室内での飼育がともに必要であるがここでは屋内の飼育について述べる。しかし室内での飼育は細かい注意をはらって管理にあたらなければならない。また、野生のメダカの飼育途上の死亡をみこしてこのメダカの補充用として屋外での飼育設備がなんとしても必要になってくる。

屋外ではタライ、防火用水、観察池などの一部を適当にしきって急場に間に合うように配慮したい。また室内の水槽での飼育とちがい屋外では成育のための条件がほぼ自然の状態に近いので成育状況もよく、容易に目的を達成することができる。したがってこのような補充用の屋外施設をもつ必要がある。

③ 水槽

ガラス製(角・丸型)スチロール製(丸・角型)などが市販されているが、スチロール製品は、不透明になり、傷がつきやすく、ヒーターで加熱するとスチロール面との接触部が熱のために変形するなどの点で難点があるのでガラス水槽を使用したい。

○ 成魚用水槽(20×16×20cm)

この水槽は7分目水を入れると約5ℓになるので、水温の比較、餌の比較などの実験観察を行なうために1グループ2個は必要である。

○ 採卵水槽、稚魚水槽(径15cmくらいの小型のもの)

ナイロンネットを針金のわくに縫いつけた自作小型ネットを用意しておき、卵をつけたメスをネットに移し、ネットを水面近くまで持ち上げてメダカを横だおしにし、先の丸いガラス棒で卵をネットにくっつけるように離し、そのままメダカをもとの水槽にもどす。稚魚専用水槽にネットをそのまま決めておけば次第に発生が進み、ふ化すると自然にネットのすきまから泳ぎだす。卵黄のある稚魚の餌づけをこの中で行なう。

水槽洗いは洗剤などを使うことをさけよく水洗いする。新品は2～3日水を張りバテの油ぬきをする。飼育に使用していた水槽は、ソウ類がガラス板に付着しているのでスポンジでよく水洗いし、食塩を使い消毒し水洗いを念入りにする。

産卵や成長が水の温度に影響されることをみるためには、ヒーターをセットし水温を25℃前後にあげる必要がでてくる。対照実験のやりやすい時期(6月中旬)に指導するように計画し、グループ数に応じた加温装置の常備が望まれる。

④ 水

井戸水、流水、雨水などの自然水が最もよい。水道水を使用するときには、日光に当てて1日以上放置して塩素分をとり除いたり、2～3g/ℓのハイポを入れて数時間放置したものを使用する。また病気予防にはメチレンブルー溶液を少量滴下する。(メチレンブルー液は1ℓの水に対して耳かき1杯を入れたものを使う)

飼育中、水温をあげた水槽の換水にはじゅうぶん注意を払うことが必要である。水槽を直射日光のあ

たる場所におくと、水槽内のバランスが急速にくずれ、単細胞の緑ソウ類が繁殖し観察に困難をきたす。そこで長期の観察に耐える安定した水槽をつくるために、蛍光灯を水槽の上にとりつけ日光を遮断できる室内の北側に面したところにおくことによって容易に安定した水槽をつくることができる。自然蒸発分の水を漸時補充していくことを忘れてはならない。緑ソウ類の初期発生の場合は、モノアラガイ、タニシ(巻貝)などを15ℓあたり10個体くらいいれると半月くらいでこれを取除くことができる。また水がにごってくるときには、ミジンコを入れるとよい。これは浮游している微生物や有機物が食物連鎖でのぞかれるためと考えられる。

夏季高温の時は換水をじゅうぶんにして、人工餌などの食べ残しや糞が腐敗の原因になりやすいので水の管理には意を用いなければならない。換水は $1/2 \sim 1/3$ くらいまえの古い水を残し3日に1回程度新しい水を加えて元の水位が保てるようにする。

ヒメダカの適温は $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ くらいといわれているが、野生のメダカは 18°C 前後が好結果が得られる。季節や実験目的に応じた水温保持が必要となる。とりわけ温度条件を変えての実験の場合の換水時、水温の急変はメダカの健康にとっては致命的な結果をもたらすのでくに注意を要する。

水槽内のメダカの呼吸にともなう水質の変化からみると、5ℓの水量で成魚3匹くらいが限度である。水草を植えたり、エアレーションをすれば $10 \sim 30$ 匹くらいまで可能との報告もあるが、過密にしないほうが育成がよい。飼育条件は時々刻々に変化するので常にメダカの活動状態に細かい注意の目を向けることが肝要である。

⑤ 餌

○ 天然の餌

ミジンコ、イトミミズ、ボウフラ、ユスリカの幼虫などの生餌がもっともよい。成長、産卵などにはとくによい効果がある。水槽のガラス板に緑ソウ類やランソウ類がつき、水がだんだん緑色を帯びてくる。この中にはランソウやアオミドロなどもまじっているが、これらは稚魚の餌として有効である。

○ 人工餌

熱帯魚用のビタシュリンプ顆粒は、メダカが好んで食べ、しかも水をよごすことが少なく、食べ残しても水質が悪くなりにくいなどの特徴をもった栄養効率の高い有効な餌である。これら市販の高価な餌にとらわれることなく、動物性のえさでタンパク質の豊富な餌を与えることによって産卵、成長が促進される。つまり、栄養のバランスのとれた餌を吟味して与えるならばどんな餌でもよいと考える。たとえば、動物飼育用の固形飼料を乳鉢で細かく粉状にすりつぶして与えるなどの方法で好結果が得られる。

給餌は毎日一定時刻(1日2回くらい)に一定量(食べ残さない程度)を与える。餌は20分以内で水槽のメダカが食べつくせるくらいの量がよい。最初は餌の分量をいろいろ加減して与えて調べておくといふ。ヒメダカは最高の条件で体重の $1/3 \sim 1/5$ の餌を食べる。(参考;成魚10匹あたり $0.4 \sim 0.5\text{g}$ (葉さじに軽く一杯程度を一回に与える))

稚魚への餌づけは専門家でもむずかしいといわれ、飼育過程の最大の難所である。栄養価の高い餌を乳鉢で細かくすったものをごく少量水面に浮く程度に与える。あるいはゆで卵のきみを少量与えてもよい。餌づけ期の換水、水の補充を定期的におこない稚魚の微妙な変化にも気をつけることが大切となる。

浮く餌が沈む餌の約1.9倍との報告や、メダカの口の形態などからみて、人工餌は水面に浮かせるように与えるのが効果的である。

⑥ メダカ

自然の状態では稚魚から成魚になるのに約3ヶ月間かかり産卵能力もそなえるようになる。

○ ♀♂の判別

メダカの鑑別には背びれ、しりびれ、腹のふくらみなどで判別することができるが、水槽の中で目的のメダカをネットですくってみることはたいへんむずかしい。そこで透明下敷でつくった観察容器に入れて判定するとよい。しかし、中間的なものもいて♀♂を明瞭にまちがいに区別することはなかなか困難である。産卵能力のあるメダカは同一容器内において♂と♀が平行になって泳ぐので、これらの行動を詳しく観察することによって♀♂の性別を判定することができる。

⑦ 飼育上の留意点

- 水槽中からメダカをすくう時には小形のネットを使うとよい。直接手に触れると体表の粘液層をおとすことになり死につながるが多い。
- 換水時など水温の激変によって水質の変化をきたす結果、わたかび病(わた状のミズカビがヒレ、口の先、体の表面につく)が発生し、2~3日で広がり必ず死ぬので伝染に注意したい。水棲菌はメダカが健康で水の管理がじゅうぶんで水温が高ければほとんど寄生しない。
- 飼育観察教材はともすると手をぬきがちであるが、換水、給餌、水温の調節など管理を注意深く行ない、定められたコースをおちなく進めることが必要である。
- 水槽内に砂をしいたり、水草を植えたり、エアレーションを行ったり、ろか装置の取付けなどが考えられるが、産卵期(卵の付着しやすいもの投与)を除けば、投餌、換水に注意をはらい安定した水槽環境をつくるだけで指導要領でねらう内容は達成できる。
- 温度と成長の関係を解明するにはヒーターを取付け25℃の水温が保持できるようサーモスタットの接点の調節に注意を向けなければならない。また、ヒーターをつけた水槽では、水の自然蒸発が盛んになるので蒸発分に見合った水の補充を続けたい。

4 メダカの産卵と発生について

(1) 卵の採集

メダカの交配から産卵の過程を観察するには、野生のメダカ、あるいはヒメダカのいずれを使用してもよい。しかし、産卵率や産卵期間を考えると、ヒメダカの方がよいことはいうまでもない。

メダカの産卵条件については、不明な点が多い。水温、餌、光の3要素が必要であることはほぼ明らかであるが、それらがどのように関係しているかは不明である。ヒメダカの場合、飼育水槽の水温を24~28℃に保ち、蛍光灯を照射し、餌をじゅうぶんと与えておく冬期間でも産卵することが確認できた。餌としては生き餌がよい。産卵のための生き餌としては、糸ミミズ、ボウフラ、ミジンコ、ユスリカの幼虫などがある。生き餌の入手が困難な冬期間では、熱帯魚用の餌あるいは動物飼育用固形飼料などでもじゅうぶん使用できる。

受精および産卵は早朝(午前2~6時ころ)に行なわれる。しかし、雌雄を一昼夜別々に分けておき、それからいっしょにすると、大体10~60分で交尾し、産卵することが報告されている。筆者らの実験では不成功に終わった。したがって、このことを授業の中にもち込むのは困難なようだ。

産卵後、数時間は数個ないし10数個くらいの卵塊をつけて泳いでいる。各卵は長い付着毛によって生殖口付近にぶらさがっている。やがて、この卵は水草に付着したり、水底に落されたりする。それを採集して観察すればよい。

卵の観察やふ化のためには、採集したものをきれいな水の水槽に移しておいた方がよい。卵には藻や微小生物が付着しやすい。そのため卵の観察が困難になることが多い。そこで、きれいな水の水槽に、よく洗った水草を入れて、その中で産卵させ、その後親メダカを他に移してやる方法もとられている。また、採集した卵をピーカーなどに入れて、水槽につるしておいてもよい。いずれにしても、卵と親を別にしておかなければならない。メダカの親はふ化した稚魚を食うのである。

(2) ふ化までの日数と水温との関係

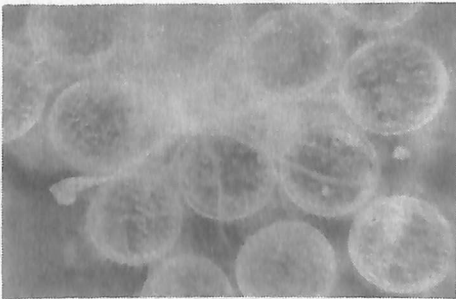
(表Ⅱ-1) 水温調節器使用(卵30こ)

水温 \ 日数(日目)	9	10	11	12	13	14	15	未ふ化
18~20℃	0	0	1	2	9	7	8	2
24~26℃	0	0	8	14	5	1	0	2

ふ化のための水温は25℃が適温である。

表Ⅱ-1は水温とふ化に要する日数を調べたものである。水温18~20℃では11日目にふ化がはじまり、13日目にピークが現われている。24~26℃では、11日目にふ化がはじまり、14日目にすでにピークが現

われている。また、ふ化開始よりふ化終了までの日数では、18~20℃で5日間、24~28℃で4日間となっている。個体数が少ないので断定はできないが、24~28℃のものが集中してふ化してくるようだ。図Ⅱ-1は同一の母体から同時に採卵したものである。ここでは、すでに、その発生段階に差が見られる。その差が水温によってさらに大きくなったり、小さくなったりするのである。ふ化時期を揃えるためには、25℃の水温で育てた方がよいことが明らかになった。



(図Ⅱ-1) メダカの卵塊

と日かげにおいて水温調節をしている。表Ⅱ-2でも明らかなように、この場合、その温度差はあまり大きくならない。したがって、ふ化までに要する日数にもあまり差があらわれてこない。これを授業に使うには、ふ化までに要する日数よりも、ふ化のピークが現われるまでの日数を見た方がよい。

(表Ⅱ-2) 水温調節器なし(自然温度)(卵15こ)

		10日目	11	12	13	14	15	
日なた	A	17.9	18.2	17.8	18.5	18.1	18.4	
	B	0	0	1	8	5	0	0未2)
日かげ	A	16.7	16.9	16.7	16.9		16.9	
	B	0	0	0	2	4	3	0未6)
暗所	A	16.7	16.7	16.9	17.0	17.0	16.8	
	B	0	0	0	3	3	5	0未4)

A: 温度 B: ふ化の個体数 未: 未ふ化卵

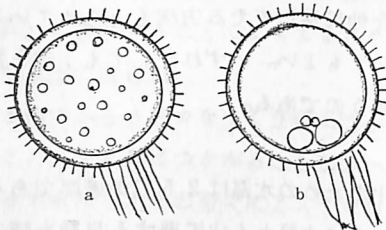
前述の場合は水温調節器を使用した。しかし、実際には水温調節のない場合が多い。そのため、現場では、日なた

(3) 発生過程の観察(水温 $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$)

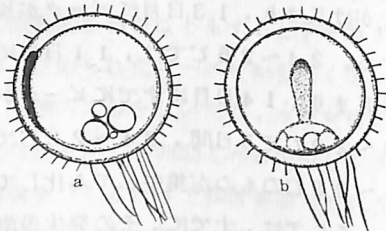
発生の初期から観察する場合には、人工的に受精させなければならない。小学校5年生としては、そこまで必要としないので産卵後のものでじゅうぶんである。それも、午前9時～10時ころまでに採卵すれば、油球がまだ分散している状態のものが観察できる。解剖顕微鏡の $\times 20$ あるいは普通の顕微鏡で50倍くらいの低倍率で観察した方がよい。また、虫めがねでもよい。

① 胚体形成前の卵

母体に付着している卵や水草に生みつけた直後の卵を採集して検鏡すると、まだ、油球が卵表層にそって分散しているもの(図Ⅱ-2a)あるいは数個の油球となって植物極(付着毛のある側)に集まっ



(図Ⅱ-2) 産卵1日目



(図Ⅱ-3) 産卵2日目

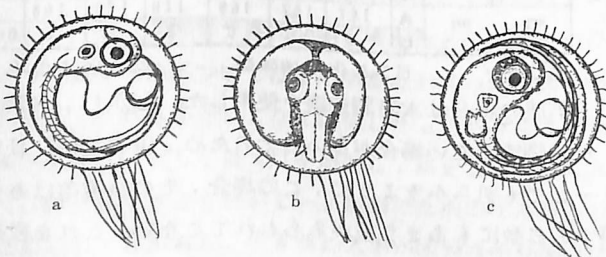
ているもの(図Ⅱ-2b)などが観察できる。いずれも受精卵としての胚卵腔が認められる。油球が植物極に集まっている卵はきれいに透明になっている。じゅうぶんに注意して観察すると動物極側に少しくもった場所が認められる。これは胚盤での盤割が進行しているためである。

かえるの発生や、6年の卵の発生と比較する上で、この卵のどのあたりがメダカになっていくのかを問題にしながら、その後の観察への意欲を高めていくにはこの段階での観察が必要である。

なお、この胚の位置の観察を指導するために水の中で検鏡すると、卵の油球の方が上に来て観察しにくい。そこで、ホルスライドガラスにのせ、ろ紙で水分を吸収すると、自由に卵が動くので観察しやすい。

② 胚体出現

採卵後24時間たつと胚体が観察される(図Ⅱ-3)。胚体はうすく、白くにぎったような状態になっている。動物極に向って頭部があり、いくらかふくらみをもっている。油球は原口(胚盤葉周縁)の中央、または、胚体の反対側にかたよっている。



(図Ⅱ-4) 5・6日の卵

③ 眼、血管の観察

採卵後5日目になると、胚体は卵の周囲の $7/8$ 、前脳の部分はますます厚くなり、頭部の前端は丸味をもってくる。眼は黒色素を増してくる。心臓の搏動も力づよくなっている。卵表層には血管が見られ、血流もはっきりしてくる。解剖顕微鏡の $\times 20$ でじゅうぶんに観察が可能であ

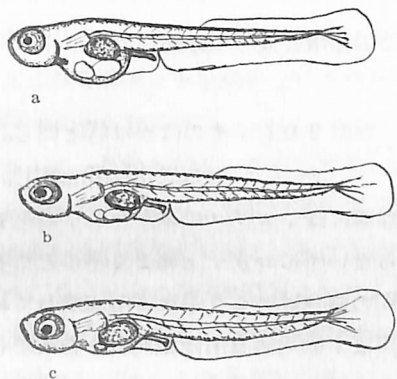
る。

またときどき体を動かすようにもなる。頭部には赤味をおびた色素が見られる。その後は、胚体の体長がますます増し、6日目には尾は頭部よりも先き(背の方)までのびていく。このころよりふ化までの胚体には、目立った大きな変化は観察されない。ただ形態は大きくなり、それにつれて卵黄のうは小さくなっていく。胚体の細部の観察は困難である。

④ ふ化後の稚魚

採卵後8日目にふ化した。ふ化直後の稚魚は腹に卵黄のうをつけている。(図Ⅱ-5a)。卵黄のうには油球が残っている。2日目になるとだいぶ小さくなっていく(図Ⅱ-5b)。したがって、肉眼では卵黄のうの存在は認めにくい。ふ化直後の稚魚では、試験管やピーカーに入れて横からすかしてみると、透明な卵黄をつけているのが肉眼でも確認できる。ルーベなどで観察すれば、油球の存在も観察できる。3日目くらいまでは油球の観察もできるが、これもだんだん小さくなっている。4日目になるとほとんど見られなくなる。このころになると餌をとるようになる。

ひれは、背びれ、尾びれ、しりびれとつながり、まだ分化していない。



(図Ⅱ-5)メダカの稚魚

a 孵化当日 b 孵化2日目 c 孵化3日目

以上、温度によるメダカの産卵とふ化についてみてきた。以下、これらについて直接指導するうえでの留意点について述べる。

ア. 実際の指導では、水温調節器がないため、日なたと日かげにおいて温度調節をしている。この場合温度差が少なく、観察が困難だといわれている。これは、ふ化開始までの日数だけを問題にしているからであろう。この実験では、ふ化のピークをおさえるようにすれば、温度による差が観察できるようになる。ただ、水温を低く保つことは困難なので、平均気温が15~17℃くらいの時期に扱うようにした方がよい。

イ. メダカの飼育観察は長期間にわたるものである。したがって、観点を明確にして行なう必要がある。すなわち、産卵数時間後の卵、胚体の形成されてきた時の卵、目、血管、心臓の搏動の見られる卵、および、ふ化直後から3日目くらいまでの稚魚などの観察がよからう。これらは、児童の観察でも明確にとらえることができる。

ウ. これら、児童の力でも観察できる程度の変化からでも、栄養物質の移動と成長を関係づけた見方をさせることはできるであろう。特に、胚体の成長と卵黄の減少、心臓、血管、血流などの観察はたいせつであろう。また、稚魚のもつ卵黄のうの変化についての観察も重要である。

5 メダカの成長と運動について

(1) メダカの成長 一餌や温度の変化にともなうメダカの体重変化の関係一

メダカの成長をとらえる場合、これまでとられてきている方法としては、体長を測定する方法と重量を測定する方法がある。測定の操作から考えれば、体長を測定する方法が容易であり、また、生体を、弱らせないという点からみても適当な方法であるにちがいない。しかし、生活々動のエネルギーの増減という面からとらえる場合には、重量の変化でみていかなければ、その活動の状況、物質交代、また、これらのことから考察されるエネルギー交代という考え方へ導いていくことができない。

ここでは、メダカの成長も活動につかわれるエネルギーをとらえることも、体重量の変化でとらえ、その結果から、指導上の留意点を再考してみた。

① 実験方法

実験には、ふ化後、3ヶ月のヒメダカを使用した。容器は、ろ過循環装置をつけたアクアリウムに、水約17ℓを入れて、次のような4つをセットした。

① 水温25℃、ヒメダカ10個体、毎日餌を与える。

② " " " 餌は与えない。

③ 水温20℃、そのほかは①と同じ。

④ " " そのほかは②と同じ。

各容器には、ガラスのふたをし、直射日光の入らない所におき、上部20cmのところにて40Wの白色けいこう燈を常時点燈しておいた。餌は、動物餌育用固型飼料を粉末にして、その0.5gを10等分し、1日1回投餌した。投餌の際には、循環装置を約1時間停止した。

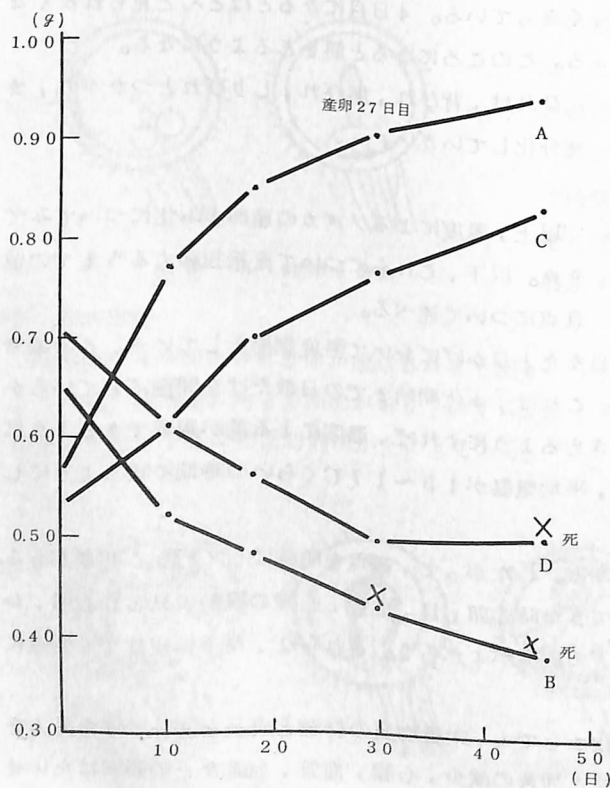
・ 体重量の変化の測定

ヒメダカの体重は、10個体をあみですくい、ガーゼ4枚重ねのあみに入れかえ、余分の水を吸いとらせた後、あらかじめ自動天秤にのせ秤量してある水中に入れて測定した。

この方法が、最も手軽で、しかも生体を弱らせない最良の方法である。

② 結果

温度のちがいによる成長をみると、①と③では、温度の高い①の成長が著しく、10日目、すでに1.4倍に体重がふえ、18日目、1.5倍に増加している。実験開始27日目に、1個体が4個の卵を産んだのを最初にその後、ほとんど毎日、2～3個体のヒメダ



(図 Ⅱ-6) ヒメダカの体重変化

カが産卵している。㉔は㉑に比して体重増加の割合が少なく、10日目で1.2倍、18日目で1.3倍になっている。

餌を与えない場合の体重の減少については、実験開始10日目で、㉑と㉒では著しい差となっており、高温の㉒では、30日目には、ついに1個体が、くの字に変形して死亡、45日目には、さらに1個体が死亡した。

③ 考察 実際の指導にあたっての留意点

結果からわかるように、20℃よりも25℃の場合の方が、エネルギーの消耗が激しく、餌を与えた場合には、摂餌活動も活発となり、成長率が良い。逆に餌を与えなければ高温であるほど体重の減少率が大きいが、この実験観察を5年生の児童に行なわせることには、相当な無理が予想される。

次に、その予想される問題点について述べてみる。

- 餌を与えて成長していく過程をとらえさせるには、メダカの幼魚を用いねばならず、その場合には相当多量のメダカで測定しなければ、上皿天秤を使用しての学習を進めることはできない。

- 4つの実験セットを組み立てて行なう実験には、用具の点、管理上の点からみても現実には、現場の学校では不可能に近い。

- たとえ、実験を行なったとしても、グラフの解釈には、相当な抵抗がある。

餌を与えない場合は、水温が高いほどエネルギーの消耗が激しいということと、餌を与えた場合には、水温の高い方が成長が良いということの関係を、物質交代(エネルギー交代)の面から解釈することがむずかしく、児童の思考に混乱をまねく恐れがある。

以上のことから考えて、実際の指導にあたっては、その成長を、温度や餌との関係でとらえさせるには、既報されているような児童のスケッチによる体形の変化でとらえさせたり、定量的な扱いの場合には、メダカの体長の変化でとらえさせることが望ましい。

また、生活々動のエネルギーを強調するメダカの活動とエネルギー消耗の関係をとらえさせる実験においては、これも既報のように、できるだけ成魚の、しかも、栄養状態の良いメダカを用いると、短期間で、両者の関係を適確につかませることができる。

② 温度とメダカの呼吸量 — 水温変化とえらぶた運動の関係 —

メダカを飼育観察していると、飼育水槽が小さくて水の酸素溶存量が減少すると、いわゆる“はなあげ”現象をして、さかんにえらぶた運動を行なうようになることはよく経験している。また、水温が高ければ活動が活発であり、水温が低くなると底の方に沈み、動きも不活発になることが観察される。このことは、メダカの育ち方を水温と関係づけて、成長や産卵の状態をみていくことでとらえることができる。メダカの生活活動が、外界の温度変化に大きな影響をおよぼしていることを、メダカの呼吸量に焦点をあて、えらぶた運動の度数を測定することにより、その関係をとらえてみた。

① 実験方法

(図Ⅱ-7)の水槽にサイフォンで水を注入し、適当な水温にする。この水槽にあらかじめ試験管を入れる穴を20個ほどあけた板のふたをし、水を入れた試験管(12×120mm)を15本ほど差し込み、測定用水温を得るため、約10分間そのままにしておく。この試験管の中に、メダカの頭を下にし

て静かに入れ、測定用水温に安定するまで2～3分間ぐらい静止させてから測定をはじめ。この場合、メダカの成体を使用したか、外界の温度変化を急激にすることによる影響を考慮して、測定水温の水槽の中に5～6分間入れてその水温になれさせてから測定をはじめた。なお、試験管の中の水の酸素溶存量



(図 II-7) 測定装置

② 結果と考察

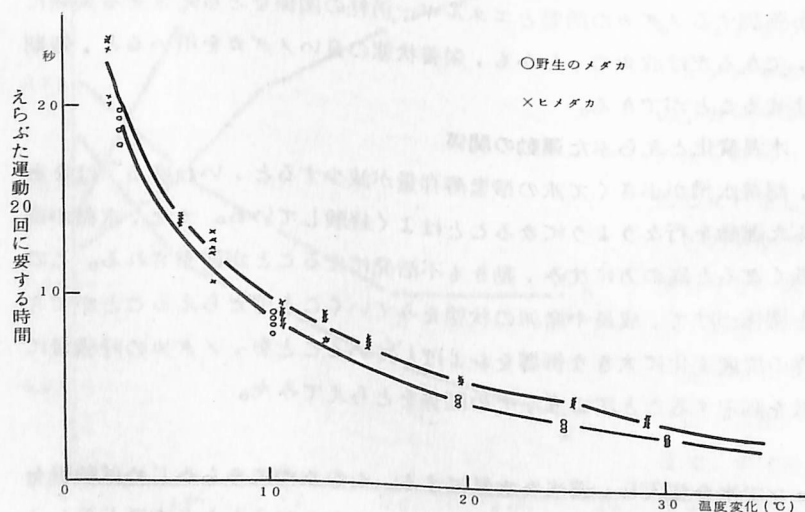
ヒメダカ5個体、野生のメダカ3個体について、成長や産卵の状態が良好である温度を適温状態とみた場合、それより低い温度として2℃くらいから高い温度としては35℃くらいまでの温度の測定温度として、その呼吸運動を測定した結果を(図 II-8)、(図 II-9)に示した。

i) ヒメダカと野生のメダカの呼吸量と、水温の関係

ヒメダカも野生のメダカも水温が10℃前後から、えらぶた運動の回数が変わっていることがわかる。水温が10℃より低くなると、呼吸量は急激に減少しており5℃以下ではえらぶたの先端がかすかに動

いている程度である。また、10℃より水温が高くなってくると呼吸量は多くなってくが、25℃前後からは急激に増加している。このことは、成長と産卵の様子と考えあわせると、メダカの適温範囲は、10℃から28℃までの間にあるものと考えられる。

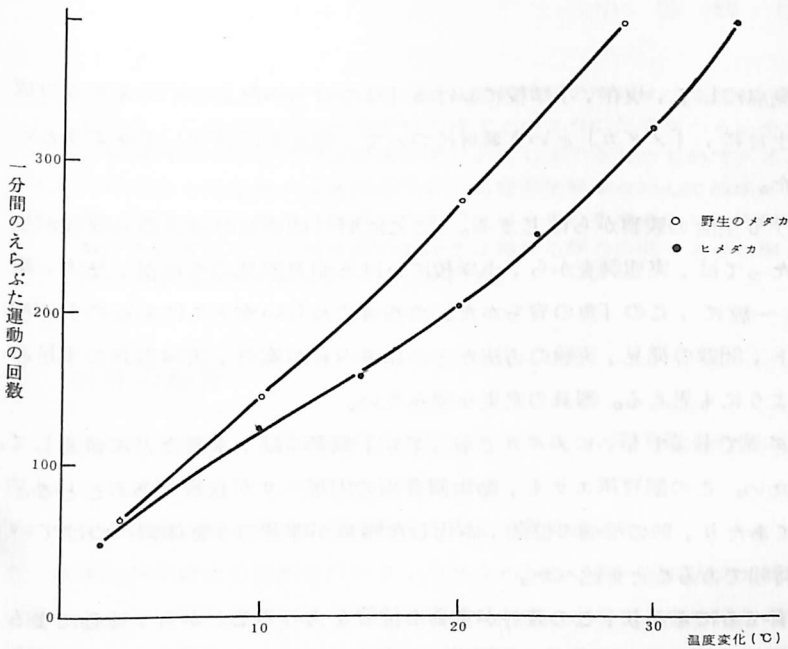
ii) ヒメダカと野生のメダカの適温についての考察(図 II-9)から、ヒメダカと野生のメダカの呼吸量を比較すると、野生のメダカはヒメダ



(図 II-8) えらぶた運動20回に要する時間と水温の関係

カより、低温で対応していることがわかる。この温度差は、水温が高くなるにしたがって大きくなっており、15℃前後より高温では5℃くらいの差がみられる。これを成長や産卵の様子と考え合わせると、ヒメダカと野生のメダカでは適温にたいして4~5℃前後の差があるのではないかと考えられる。ヒメダカは、25~28℃ぐらいで飼育するとよく成長することからこのことが推察される。

iii) メダカの生活活動と水温の関係



(図 II-9) 1 分間のえらぶた運動と水温の関係

えらぶた運動はほとんど停止し、わずかにえらぶたの先端がゆっくりとかすかに動いているのが認められる程度であるから、摂食活動もほとんどしていないものである。

以上のように、メダカは外界の温度により生活活動が大きく影響して、それが成長や産卵の状態を変える重要な環境要因の一つと考えていくことができよう。

メダカの成長を水温との関係でみていく場合、呼吸量でメダカの体内の活動状態をエネルギーの面からみていくと、摂食活動により得た養分を体内で消化し、それを生活活動のエネルギーとして使っていくのである。水温が高くなるとメダカの活動が活発になり、その結果、呼吸量も増してエネルギーの消耗も増してくる。また、低温の中で生活しているメダカは、活動も不活発で呼吸量は減少していることがわかる。とくに、5℃より低い場合は、えら



(図 II-10) ♀♂のX線写真

図Ⅱ-10は、メダカの成魚の♀♂を、ソフテックスで撮影したものである。この写真の中で目立つものは、骨格である。脊椎骨の数なども確認できる。腹部に「うきぶくろ」の空間がみられる。♀♂の違いも卵塊の有無で区別できる。なお、このソフテックスで撮影する前に、写真暗室において、印画紙の上に直接、メダカをのせ、これを引伸機の下におき、引伸機のライトを数秒あてて、印画紙上に、メダカの体形を密着印画にしたが、これも体形を知る上に多少役立つものと考える。

6 おわりに

既報の飯塚らの実践研究を出発点にして、現在、小学校における「魚の育ちかた」とくにメダカの成長についての指導の実態調査を土台に、「メダカ」という素材について、徹底的に研究してみようというのが、この研究の主旨であった。

動物研究の出発点は野外における生活の観察からはじまる。ここに野外観察池の設置の必要性が生まれる。また、室内飼育にあたっては、実態調査から、小学校における飼育器具の不足が、まず、嘆かれる。実際の飼育に臨んでも一般に、この「魚の育ちかた」の指導のねらいがどこにあるのか不明確だ。実験計画、観察のポイント、問題の発見、実験の方法などの指導内容が案外、実験器具の不足あたりからはたんときたしているようにも思える。器具の充実を望みたい。

飼育するメダカは、野生のメダカであっても、ヒメダカであっても、飼育時期、水温などに留意して、観点をはっきりさせて指導させたい。この飼育用エサも、動物飼育用の固形エサが良好であることなどを指摘した。メダカの卵のふ化にあたり、卵の油滴の位置、ふ化した稚魚が卵黄のうを体側につけている期日はわずか1日間という短時間であることを述べた。

エネルギー的見方・考え方を育てるにあたり、この教材が重要な位置を占めることから、運動による体重減少というエネルギー消費についての考え方は、この飼育の過程で、体形を児童にスケッチさせるなどという方法により、また、メダカの体長の変化を記録させるなどという方法で指導できることを記した。また、水温とメダカの呼吸量については、水温の変化、つまり、環境の変化にともなう、えらぶた運動の回数の変化を観察し、これを数値として、りっぱに役立たせることなども強調した。

文 献

- (1) 飯塚ほか：新潟県立教育センター 実践研究集録 理科小学校編 第8集 (1970)
- (2) 篠原尚文：理科教育 (1971.6)
- (3) 飯塚：研究紀要 第2集 西蒲地区理科教育センター 第2集 (1970)
- (4) 荒海：新潟県立教育センター 理科研究集録 第1集 (1963)